

## Composite material for sliding bearing elements, e.g. radial sliding bearings or axial sliding bearings

**Patent number:** DE3906402  
**Publication date:** 1990-09-13  
**Inventor:** NEUHAUS PETER DIPL ING (DE); ROTH ALBERT (DE); STEEG MICHAEL DIPL ING (DE)  
**Applicant:** GLYCO METALL WERKE (DE)  
**Classification:**  
- **international:** **C22C21/00; F16C33/12; C22C21/00; F16C33/04;**  
(IPC1-7): B32B7/02; B32B15/01; C22C21/00;  
F16C33/12  
- **europaean:** C22C21/00B; F16C33/12  
**Application number:** DE19893906402 19890301  
**Priority number(s):** DE19893906402 19890301; DE19873729414 19870903

**Report a data error here**

### Abstract of DE3906402

In a composite material for sliding (plane, friction) bearing elements which has, on a metallic support (substrate) layer, an antifriction layer comprising an aluminium alloy which contains in the aluminium, as well as the usual permissible impurities, additions of from 1 to 3 % by weight of nickel, from 0.5 to 2.5 % by weight of manganese and from 0.02 to 1.5 % by weight of copper, from 0.1 to 2 % by weight of bismuth and from 0 to 2 % by weight of lead, there is provided an addition of tin of between 0.5 and 20 % by weight. This addition of tin achieves trouble-free running on the sliding bearing element even at relatively high speed, e.g. rotational rates above 6,000 revolutions per minute of a bearing-mounted shaft, reduced friction and improved emergency running properties. In place of the addition of tin, an addition of lead of between 1 % by weight and 10 % by weight can also be provided if this is advantageous or necessary in the individual case. The antifriction layer is preferably underlaid by a bonding layer of aluminium or of an aluminium alloy free of precipitated tin particles and lead particles, in particular if the support layer comprises steel.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
11 DE 3906402 A1

21 Aktenzeichen: P 39 06 402.6  
22 Anmeldetag: 1. 3. 89  
43 Offenlegungstag: 13. 9. 90

51 Int. Cl. 5:  
F 16 C 33/12

C 22 C 21/00  
B 32 B 15/01  
B 32 B 7/02  
// B32B 15/20

DE 3906402 A1

71 Anmelder:  
Glyco-Metall-Werke Daelen & Loos GmbH, 6200  
Wiesbaden, DE

74 Vertreter:  
Fuchs, J., Dr.-Ing. Dipl.-Ing. B.Com.; Luderschmidt,  
W., Dipl.-Chem. Dr.phil.nat.; Seids, H., Dipl.-Phys.;  
Mehler, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 6200  
Wiesbaden

61 Zusatz zu: P 37 29 414.8

72 Erfinder:  
Neuhaus, Peter, Dipl.-Ing., 6203 Hochheim, DE; Roth,  
Albert, 6000 Frankfurt, DE; Steeg, Michael,  
Dipl.-Ing., 6501 Ober-Olm, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Schichtwerkstoff für Gleitlagerelemente, z.B. Radialgleitlager bzw. Axialgleitlager

Bei einem Schichtwerkstoff für Gleitlagerelemente der auf einer metallischen Stützschrift eine Antifriktionsschicht aus einer Aluminiumlegierung aufweist, die in dem Aluminium mit den üblichen zulässigen Verunreinigungen Zusätze aus 1 bis 3 Gew.-% Nickel, 0,5 bis 2,5 Gew.-% Mangan und 0,02 bis 1,5 Gew.-% Kupfer, 0,1 bis 2 Gew.-% Wismut und 0 bis 2 Gew.-% Blei enthält, wird ein Zinnzusatz zwischen 0,5 und 20 Gew.-% vorgesehen. Durch diesen Zinnzusatz werden störungsfreier Lauf am Gleitlagerelement auch bei höherer Geschwindigkeit, z. B. Drehzahlen oberhalb 6000 Umdrehungen pro Minute einer gelagerten Welle, verminderte Reibung und verbesserte Notlaufeigenschaften erreicht. Anstelle des Zinnzusatzes kann auch ein Bleizusatz zwischen 1 Gew.-% und 10 Gew.-% vorgesehen werden, wenn dies im Einzelfall zweckmäßig oder erforderlich ist. Bevorzugt ist die Antifriktionsschicht mit einer Bindungsschicht aus Aluminium oder von ausgeschiedenen Zinn- und Bleiteilchen freier Aluminiumlegierung zu unterlegen, insbesondere wenn die Stützschrift aus Stahl besteht.

DE 3906402 A1

BEST AVAILABLE COPY

Gegenstand des Hauptpatents ist ein Schichtwerkstoff für Gleitlagerelemente, z.B. Radialgleitlager bzw. Axialgleitlager, der aus einer metallischen Stützschiicht und einer auf der Stützschiicht angebrachten Antifrik-tionsschiicht aus Lagerwerkstoff auf Aluminiumbasis be-steht und ggf. mit einer Bindungsschiicht und einer auf-gebrachten Anpassungsschiicht versehen ist, wobei der Lagerwerkstoff eine Aluminiumlegierung ist, die in dem Aluminium mit den üblichen zulässigen Verunreinigun-gen 1 bis 3%, vorzugsweise 1,5 bis 2,5%, Massenanteile Nickel, 0,5 bis 2,5%, vorzugsweise 1 bis 2%, Massen-an-teile Mangan, 0,02 bis 1,5%, vorzugsweise zwischen 0,3 und 0,8%, Massenanteile Kupfer, 0,1 bis 2% Massen-an-teile Wismut und 0 bis 2% Massenanteile Blei enthält, und Hartteilchen aus Nickel und Mangan bzw. nickel-haltige und/oder manganhaltige Hartteilchen aufweisen kann, deren Teilchengröße im wesentlichen  $\leq 5 \mu\text{m}$  be-trägt. Der im Hauptpatent vorgeschlagene Schicht-werkstoff zeichnet sich durch gute Gleiteigenschaften und Notlaufeigenschaften des für die Antifrik-tions-schiicht vorgesehenen Lagerwerkstoffs aus, wobei ver-besserte Zerspanbarkeit und dadurch erleichterte und spanende Oberflächenbehandlung der Antifrik-tions-schiicht ermöglicht ist.

Jedoch ergeben sich in der Praxis zunehmend er-schwerte Betriebsbedingungen durch weitere Lei-stungssteigerung der die Gleitlagerelemente enthalten-den Maschinen, insbesondere Verbrennungskraftma-schinen, sowie erhöhte Drehzahlen der gelagerten Wel-len, Verringerung der Masse der bewegten Teile, Ver-ringerung der Toleranzen zwischen den gleitenden Teil-en und dadurch bedingten geringeren Öldurchsatz und Verringerung der Schmierfilmdicken, so daß die hoch-belasteten Gleitlager länger im Mischreibungsgebiet laufen.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, den im Hauptpa-tent vorgeschlagenen Schichtwerkstoff für Gleitlager-elemente über die schon bestehende Güte der Notlauf- und Antifestfressungs-Eigenschaften hinaus dahinge-hend zu verbessern, daß neben der hohen dynamischen Belastbarkeit auch die hohen Anforderungen bezüglich verbesserter Reibungseigenschaften erfüllt werden. Ins-besondere sollen diese verbesserten Eigenschaften auch bei erhöhten Drehzahlen der gelagerten Wellen er-reicht werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die den Lagerwerkstoff bildende Aluminiumlegie-rung einen Zinnzusatz zwischen 0,5 und 20%, vorzugs-weise zwischen 5 und 15%, Massenanteile aufweist.

Durch die gemeinsame Wirkung des an sich bekann-ten Kupferzusatzes bis zu 1,5 Gew.% und des erfin-dungsgemäßen Zinnzusatzes wird ein ermüdungsfreier Lauf von aus erfindungsgemäßem Schichtwerkstoff her-gestellten Gleitlagerelementen bis zu Drehzahlen zwis-chen 6500 und 7000 Umdrehungen pro Minute erreicht. Der Zinnzusatz hat außerdem eine wesentliche Verbes-derung der Gleiteigenschaften der Antifrik-tionsschiicht zur Folge. Dies gilt insbesondere für den bevorzugten Zinnzusatz in der Größe zwischen 5 und 15 Gew.%, bei der die Aluminiumlegierung den Charakter einer Alumi-nium/Zinn-Dispersionslegierung hat. Zudem wird durch die Zusätze an Kupfer, Nickel und Mangan eine verbes-serte Mischkristallverfestigung hervorgerufen, einer-seits durch das Auftreten von ternären und quaternären Phasen bzw. Mischkristallarten sowie durch verbesserte Bindung des Zinnzusatzes zum Aluminium bzw. der

Zinnphase zur Aluminiummatrix, da Kupfer, Nickel und Mangan sowohl in Aluminium als auch in Zinn lösbar sind. Dabei ist es insbesondere bei der bevorzugten Menge des Zinnzusatzes zwischen 5 und 10 Gew.-%, d.h. der Bildung von Aluminium/Zinn-Dispersionslegie-rung von besonderer Bedeutung, daß Nickel und Man-gan mit dem Zinn harte Mischkristalle und harte inter-metallische Verbindungen zu bilden vermögen. Es wird dadurch eine Aluminium/Zinn-Dispersionslegierung ge-schaffen, die sowohl in der Aluminiummatrix als auch in der Zinnphase sehr fein verteilte Hartteilchen enthält.

Als weiteren Vorteil bietet die erfindungsgemäß mit Zinnzusatz versehene AlNiMnCu-Legierung die Mög-lichkeit, durch die Wahl entsprechender Wärmebehand-lungstemperaturen bzw. Wärmebehandlungszyklen im Lauf ihrer Verarbeitung die Höhe der Festigkeitswerte nach Wahl und Erfordernis jedes Einzelfalles gezielt zu steuern. Diese Steuerungsmöglichkeit beruht — soweit erkennbar — wahrscheinlich auf der Steuerung der Mischkristallübersättigung sowie der Größe und Men-ge der Ausscheidungen. Sofern es sich bei dem Lager-werkstoff um eine Aluminium/Zinn-Dispersionslegie-rung handelt, ist diese Mischkristallübersättigung so-wohl in der Aluminiummatrix als auch in der Zinnphase anzunehmen.

Der Zinnzusatz ergibt zusätzlich zur verbesserten Gleitfähigkeit eine verbesserte Notlaufeigenschaft des Lagerwerkstoffs, wobei der Kupferzusatz in diesem funktionellen Zusammenwirken der Legierungszusätze auch noch als Stabilisator für die erzielten Eigenschaf-ten wirkt.

In Abwandlung der Erfindung kann anstelle des Zinn-zusatzes der Bleizusatz auf zwischen 1% und 10% Mas-senanteile erhöht sein und vorzugsweise zwischen 1 und 5% Massenanteile betragen. Durch den Bleizusatz wer-den vergleichbare Vorteile erreicht, wie sie oben in Ver-bindung mit dem Zinnzusatz erläutert sind. Es läßt sich daher der erfindungsgemäße Schichtwerkstoff auch durch die Wahl eines Bleizusatzes anstelle des Zinnzu-satzes abwandeln, wenn dies im Einzelfall als notwendig oder zweckmäßig erscheint.

In besonders vorteilhafter Weiterbildung der Erfin-dung ist zwischen der aus der Aluminiumlegierung ge-bildeten Antifrik-tionsschiicht und der Stützschiicht, ins-besondere einer Stützschiicht aus Stahl, eine Bindungs-schiicht aus Reinaluminium oder aus einer von ausge-schiedenen Zinnteilchen und ausgeschiedenen Bleiteil-chen freien Aluminiumlegierung vorgesehen. Hierdurch wird die Bindung zwischen der Antifrik-tionsschiicht und der Stützschiicht, insbesondere einem Stahlrücken, we-sentlich verbessert. Dies gilt insbesondere für den Fall, daß der die Antifrik-tionsschiicht bildende Lagerwerk-stoff als Aluminium-Dispersionslegierung mit Zinn oder Blei vorliegt.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im fol-genden anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zei-gen:

Fig. 1 ein Balkendiagramm für die dynamische Belast-barkeit;

Fig. 2 ein Balkendiagramm für die erreichbaren Drehzahlen einer Welle in störungsfreiem Lauf;

Fig. 3 eine perspektivische Darstellung des erfin-dungsgemäßen Schichtwerkstoffes in Form einer Gleit-lagerhälfte;

Fig. 4 einen Teilausschnitt entsprechend IV-IV der Fig. 3;

Fig. 5 einen vergrößerten Teilausschnitt V-V der Fig. 4 und

Fig. 6 eine rasterelektronenmikroskopische Aufnahme des Ausschnittes VI-VI der Fig. 5.

Bei dem in Fig. 1 gezeigten Balkendiagramm handelt es sich um die Darstellung der dynamischen Belastbarkeit von Schichtwerkstoff mit Antifriktionsschicht aus Lagerwerkstoff auf Aluminium-Basis, bezogen auf 200 Stunden. Die dynamische Belastbarkeit ist dabei zu ermitteln aus Restlastkurven von Underwood-Versuchen bei 150° C. Die in Vergleich gesetzten Schichtwerkstoffe hatten einen Stützwerkstoff aus Stahl und eine Antifriktionsschicht, die durch Aufplattieren eines gewalzten Blechs aus gegossener Aluminiumlegierung unter Zwischenlage einer Folie aus Reinaluminium auf die Stützschicht aufgebracht war.

Die im Balkendiagramm der Fig. 1 (Teil A) in Vergleich gesetzten Schichtwerkstoffe sind wie folgt: A: Stahl/AlNi2MnI

Al: Stahl/AlNi2MnI mit Cu-Zusatz (0,5 Gew.-%) B: Stahl/Al/AlNi2MnICuBi mit Sn-Zusatz (10 Gew.-%). Wie das Balkendiagramm der Fig. 1 zeigt, läßt sich mit einem Schichtwerkstoff mit Stützschicht aus Stahl, Antifriktionsschicht aus AlNi2MnIBi eine dynamische Belastbarkeit von etwa 60 N/mm<sup>2</sup> erreichen. Erhält die Aluminiumlegierung noch einen Kupferzusatz von beispielsweise 0,5 Gew.-%, so läßt sich die dynamische Belastbarkeit auf Werte zwischen 60 und 70 N/mm<sup>2</sup>, beispielsweise etwa 65 N/mm<sup>2</sup>, erhöhen (Al). Wie der Teil B des Balkendiagramms zeigt, wird mit einer Aluminiumlegierung AlNi2MnIBi mit Kupferzusatz von 0,5 Gew.-% und Zinnzusatz von 10 Gew.-% etwa gleiche dynamische Belastbarkeit erreicht, wie mit einer Aluminiumlegierung AlNi2MnIBi mit Cu-Zusatz von 0,5 Gew.-%.

Jedoch ist die Aussagefähigkeit des Balkendiagramms gemäß Fig. 1 nur unvollständig, da die dynamische Belastbarkeit aus Underwood-Versuchen ermittelt ist, die Betriebsbedingungen an der Lagerung einer Welle mit etwa 4000 Umdrehungen pro Minute entsprechen. Wie das Balkendiagramm der Fig. 2 zeigt, sind jedoch die bei gleichbleibender dynamischer Belastbarkeit in störungsfreiem Lauf erreichbaren Drehzahlen eines Lagerzapfens bzw. einer gelagerten Welle von der Zusammensetzung der als Lagerwerkstoff der Antifriktionsschicht benutzten Aluminiumlegierung in erheblichem Maße abhängig. Aus Fig. 2 ist die Überlegenheit der untersuchten Legierung B gegenüber den Legierungen A und Al klar erkennbar. Es lassen sich mit einer Antifriktionsschicht aus der Legierung B Drehzahlen oberhalb 6500 in störungsfreiem Lauf erreichen. Darüber hinaus weist die Legierung B auch noch weitere verbesserte Lagerwerkstoff-Eigenschaften auf, die aus den Balkendiagrammen der Fig. 1 und 2 nicht ohne weiteres erkennbar sind. Es handelt sich hierbei insbesondere um verbesserte Beständigkeit gegen Festfressen, verbesserte Verschleißfestigkeit, verbesserte Gleiteigenschaften (verminderte Reibung) und verbesserte Notlaufeigenschaften. Dabei ist eine Anpassungsschicht oder Einlaufschicht nicht mehr erforderlich.

Die Fig. 3 bis 6 zeigen die Anwendung des Schichtwerkstoffs für Lagerschalen, d.h. aus zwei Gleitlagerhälften zusammengesetzte Gleitlager.

Bei dem in Fig. 4 wiedergegebenen Teilschnitt einer in Fig. 3 perspektivisch dargestellten Gleitlagerschale 10 ist ein metallischer Stützkörper 11 aus Stahl vorgesehen. Auf diesem Stützkörper 11 ist unter Zwischenlage einer Bindungsschicht 13 eine Antifriktionsschicht in der Dicke von 0,2 mm bis 0,5 mm aufgebracht. Die Bindungsschicht besteht im dargestellten Beispiel aus einer Reinaluminium-Folie. Es kommen jedoch auch Bin-

dungsschichten aus Aluminiumlegierungen in Betracht, die jedoch frei sein sollen von ausgeschiedenen Zinnteilchen und/oder Bleiteilchen. Die Antifriktionsschicht 12 ist im dargestellten Beispiel aus der obengenannten Legierung B, nämlich AlNi2MnICuBi mit einem Zinnzusatz von 10 Gew.-% gebildet. Die Gesamtheit des Schichtwerkstoffs bzw. der Gleitlagerschale 10 ist von einer vorzugsweise galvanisch aufgetragenen Korrosionsschicht aus Zinn oder Zinn/Blei-Legierung umgeben. Es handelt sich hierbei um einen dünnen Flash, der auf der Oberfläche der Antifriktionsschicht 12 kaum in Erscheinung tritt aber insbesondere im Bereich der Stützschicht 11 einen wirksamen Korrosionsschutz bietet.

Wie Fig. 5 zeigt, bildet AlNi2MnICuBi mit Sn-Zusatz von 10 Gew.-% eine Dispersionslegierung, bei der die ausgeschiedenen Zinnteilchen dunkel in der kristallisierten Matrix aus AlNi2MnICuBi erscheinen. Die Einbindung dieser ausgeschiedenen Zinnteilchen in die AlNi2MnICuBi-Matrix läßt sich in der rasterelektronenmikroskopischen Aufnahme der Fig. 6 deutlicher erkennen. Dabei sind in dieser Aufnahme auch Hartteilchen 22 innerhalb der AlNi2MnICuBi-Kristalle 21 der Matrix erkennbar, wobei an den in Fig. 6 hell erscheinenden Bindungsbereichen 24 der Matrix-Kristalle 21 zu den ausgeschiedenen Zinnteilchen 23 bevorzugt Mischkristallbereiche mit erhöhtem Gehalt an Kupfer, Nickel und Mangan anzunehmen sind, wobei auch die ausgeschiedenen Zinnteilchen an ihren diesen Bindungsbereichen 24 benachbarten Bereichen Gehalte an Nickel, Zinn und Kupfer aufweisen können, die in Art von Mischkristallen verbesserte Bindung zu den Bindungsbereichen 24 der Matrixkristalle 21 aufweisen können. Es ist daher mit verbesserter Bindung zwischen den Matrixkristallen 21 und den Zinnteilchen 23 an diesen Bereichen 24 anzunehmen.

Der in Fig. 4 ersichtliche, insbesondere an der Stützschicht 11 als Korrosionsschutz wirkende Flash 14 aus Zinn oder Zinnbleilegierung kann an der als Gleitfläche dienenden freien Oberfläche der Antifriktionsschicht 12 in Art eines ersten Festschmiermittels beim Einlaufen wirken und dabei evtl. Unebenheiten in der Oberfläche der Antifriktionsschicht 12 aus Aluminiumlegierung bzw. Aluminium-Dispersionslegierung auszugleichen.

#### Bezugzeichenliste:

- 10 Gleitlagerschale
- 11 Stützschicht
- 12 Antifriktionsschicht
- 14 Flash
- 21 AlNi2MnICuBi-Kristalle
- 22 Hartteilchen
- 23 Zinnteilchen
- 24 Bindungsbereich

#### Patentansprüche

1. Schichtwerkstoff für Gleitlagerelemente, z.B. Radialgleitlager bzw. Axialgleitlager, bestehend aus einer metallischen Stützschicht und einer auf der Stützschicht angebrachten Antifriktionsschicht aus Lagerwerkstoff auf Aluminium-Basis, ggf. versehen mit einer Bindungsschicht und aufgetragenen Anpassungsschicht, wobei der Lagerwerkstoff eine Aluminiumlegierung ist, die in dem Aluminium mit den üblichen zulässigen Verunreinigungen 1 bis 3, vorzugsweise 1,5 bis 2,5%, Massenanteile Nickel,

0,5 bis 2,5%, vorzugsweise 1 bis 2%, Massenanteile Mangan, 0,02 bis 1,5, vorzugsweise zwischen 0,3 und 0,8, Massenanteile Kupfer, 0,1 bis 2% Massenanteile Wismut und 0 bis 2% Massenanteile Blei enthält und Hartteilchen aus Nickel und Mangan bzw. nickelhaltige und/oder manganhaltige Hartteilchen aufweisen kann, deren Teilchengröße im wesentlichen  $\leq 5\mu\text{m}$  beträgt, nach Patent (Patentanmeldung P 37 29 414.8), **dadurch gekennzeichnet**, daß die den Lagerwerkstoff bildende Aluminiumlegierung einen Zinnzusatz zwischen 0,5 und 20%, vorzugsweise zwischen 5 und 15%, Massenanteile aufweist.

2. Schichtwerkstoff nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß anstelle des Zinnzusatzes der Bleizusatz auf zwischen 1% und 10% Massenanteile erhöht ist und vorzugsweise zwischen 1 und 5% Massenanteile beträgt.

3. Schichtwerkstoff nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der aus der Aluminiumlegierung gebildeten Antifrikionschicht (12) und der Stützschiicht (11), insbesondere einer Stützschiicht aus Stahl, eine Bindungsschiicht (13) aus Reinaluminium oder aus einer von ausgeschiedenen Zinnteilchen und ausgeschiedenen Bleiteilchen freien Aluminiumlegierung vorgesehen ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

45

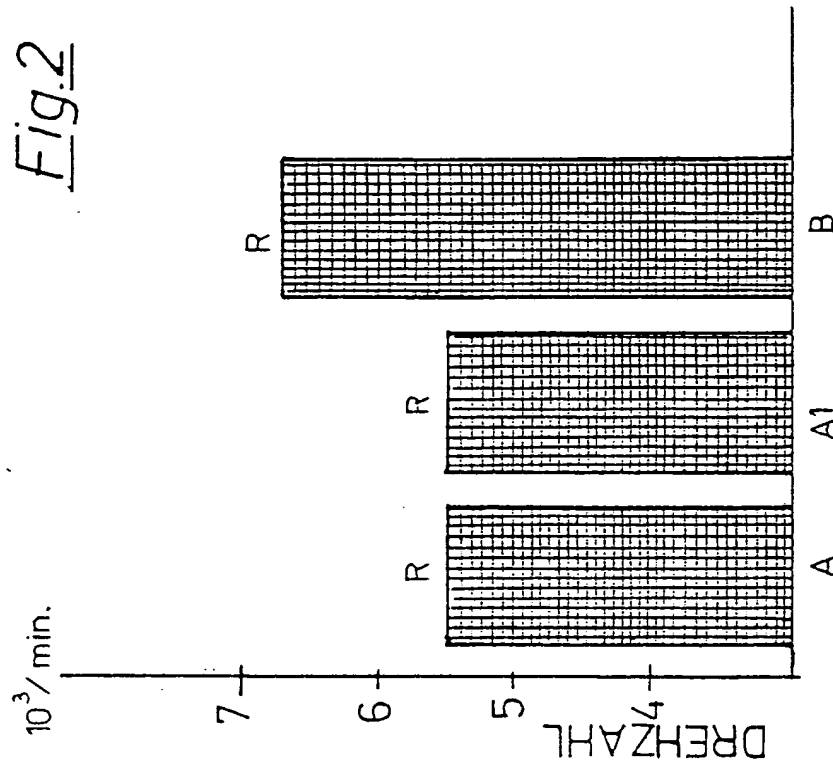
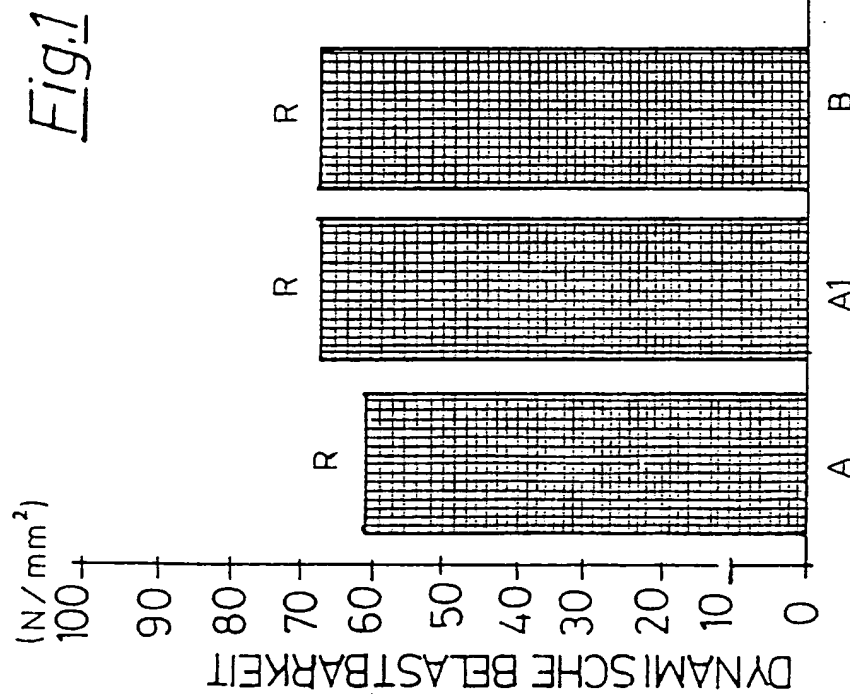
50

55

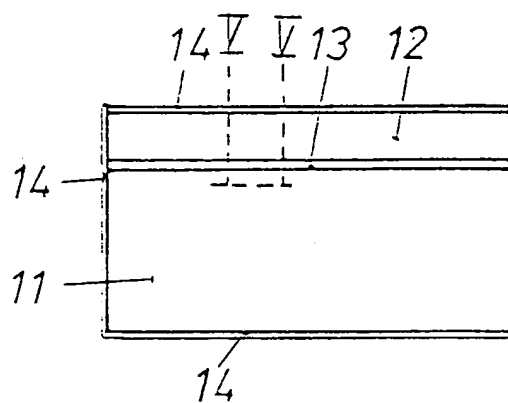
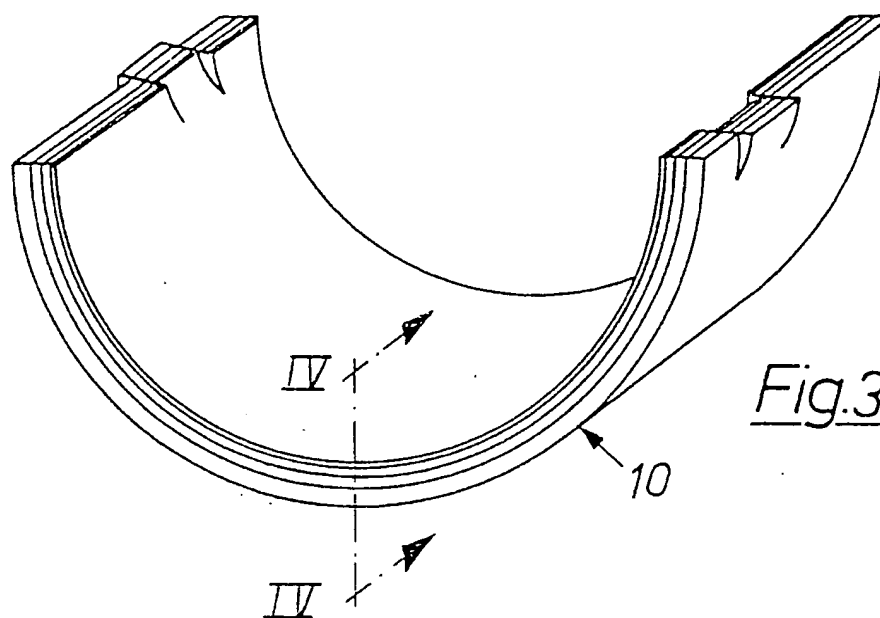
60

65

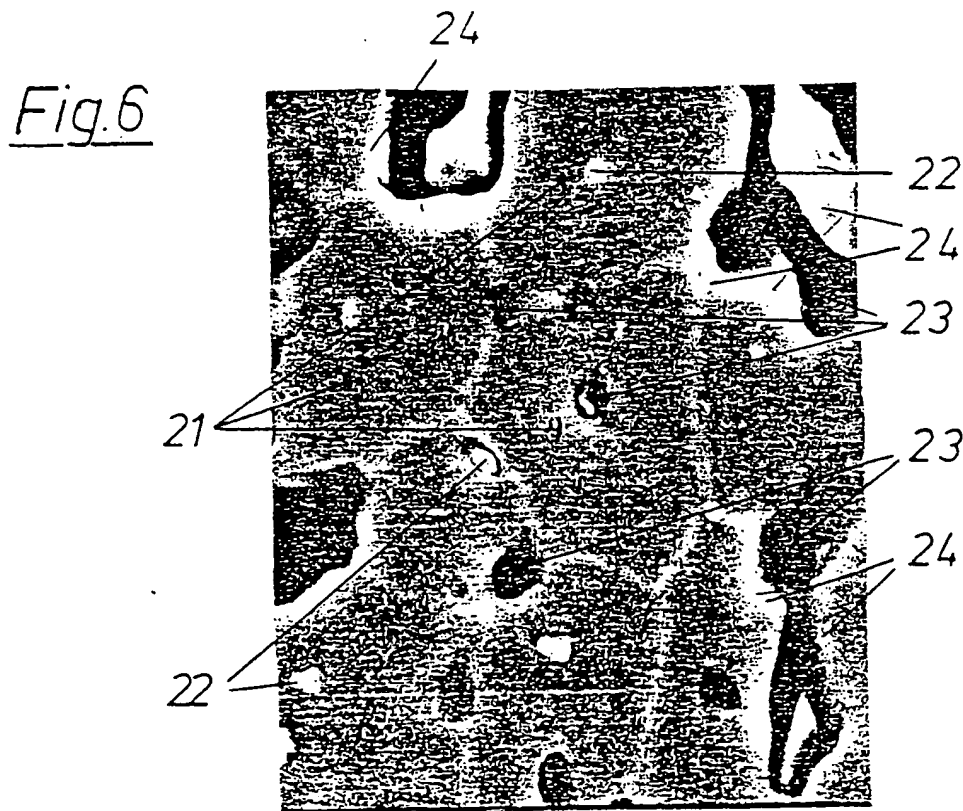
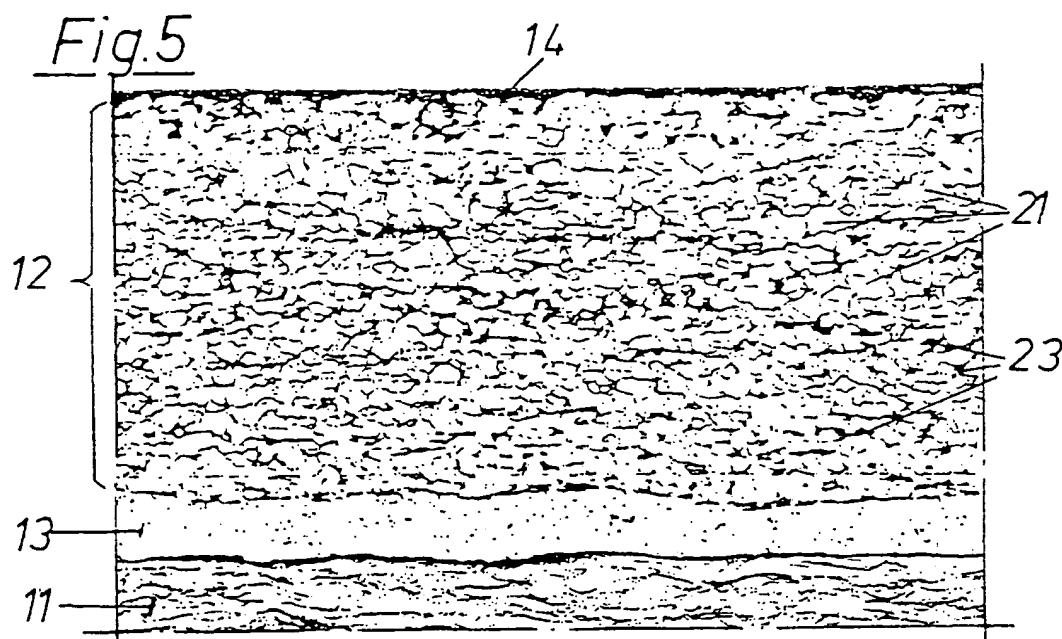
— Leerseite —



R = RISSE IN DER ALUMINIUMSCHICHT  
 = ERMÜDUNGSFREIER LAUF







**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**